

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

CLIPPEDIMAGE= JP02001226754A
PAT-NO: JP02001226754A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001226754 A
TITLE: METHOD OF MANUFACTURING FOR HEAT RESISTANT ALUMINUM
ALLOY AND ELECTRIC
CABLE

PUBN-DATE: August 21, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

| | |
|---------------------|---------|
| NAME | COUNTRY |
| SAKAGAMI, YOSHIHIRO | N/A |
| YAMAZAKI, KAZUYOSHI | N/A |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| | |
|------------------------------------|---------|
| NAME | COUNTRY |
| SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO LTD | N/A |

APPL-NO: JP2000034279

APPL-DATE: February 14, 2000

INT-CL_(IPC): C22F001/04; C22C021/00 ; C22F001/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an alloy which has characteristics well balanced among tensile strength, electric conductivity and short-time heat resistance and suitable for an electric cable such as a power-transmission line.

SOLUTION: An aluminum alloy, which has a composition containing, as additives, 0.28-0.5% Zr, 0-1-0.3% Fe, 0.1-0.3% Si, 0.09-0.2% Cu, 0.005-0.03% Ti and 0.002-0.005% B and having the balance Al with impurities, is melted. The resultant molten aluminum alloy is cast at

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-226754

(P2001-226754A)

(43) 公開日 平成13年8月21日 (2001.8.21)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
|-------------------------------------|-------|---------------|-------------------------|
| C 2 2 F 1/04 | | C 2 2 F 1/04 | E |
| // C 2 2 C 21/00 | | C 2 2 C 21/00 | A |
| C 2 2 F 1/00 | 6 2 5 | C 2 2 F 1/00 | 6 2 5 |
| | 6 3 0 | | 6 3 0 A |
| | | | 6 3 0 K |
| 審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願2000-34279 (P2000-34279)

(22) 出願日 平成12年2月14日 (2000.2.14)

(71) 出願人 000002255

昭和電線電纜株式会社

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号

(72) 発明者 坂上 佳宏

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内

(72) 発明者 山崎 一芳

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号 昭和電線電纜株式会社内

(74) 代理人 100102923

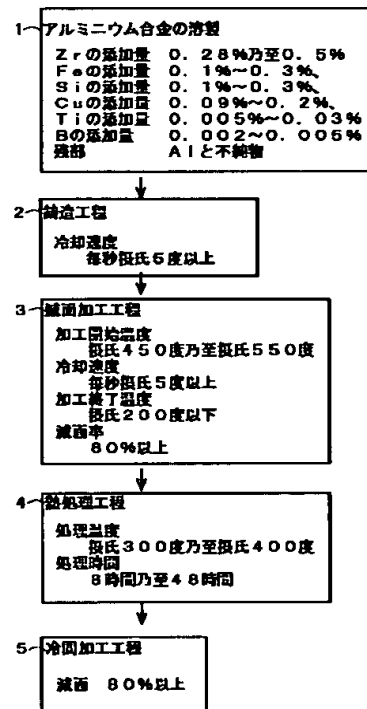
弁理士 加藤 雄二

(54) 【発明の名称】 耐熱アルミニウム合金の製造方法及び電気ケーブル

(57) 【要約】

【解決手段】 Zrの添加量が0.28%乃至0.5%、Feの添加量が0.1%~0.3%、Siの添加量が0.1%~0.3%、Cuの添加量が0.09%~0.2%、Tiの添加量が0.005%~0.03%、Bの添加量が0.002~0.005%で残部がAlと不純物からなるアルミニウム合金を溶製し、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で鋳造して、アルミニウム合金の温度が摂氏450度乃至摂氏550度に達した後、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で冷却しながら摂氏200度以下になるまで80%以上の減面率で減面加工し、摂氏300度乃至摂氏400度の温度範囲で8時間乃至48時間の熱処理を施してから、減面率80%以上の冷間加工を行う

【効果】 引張強さと導電率と短時間耐熱性のバランスがよく、送電線のような電気ケーブルに好適する特性の合金が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 Zrの添加量が0.28%乃至0.5%、Feの添加量が0.1%~0.3%、Siの添加量が0.1%~0.3%、Cuの添加量が0.09%~0.2%、Tiの添加量が0.005%~0.03%、Bの添加量が0.002~0.005%で残部がAlと不純物からなるアルミニウム合金を溶製し、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で鋳造して、アルミニウム合金の温度が摂氏450度乃至摂氏550度に達した後、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で冷却しながら摂氏200度以下になるまで80%以上の減面率で減面加工し、摂氏300度乃至摂氏400度の温度範囲で8時間乃至48時間の熱処理を施してから、減面率80%以上の冷間加工を行うことを特徴とする耐熱アルミニウム合金の製造方法。

【請求項2】 Zrの添加量が0.28%乃至0.5%、Feの添加量が0.1%~0.3%、Siの添加量が0.1%~0.3%、Cuの添加量が0.09%~0.2%、Tiの添加量が0.005%~0.03%、Bの添加量が0.002~0.005%で残部がAlと不純物からなるアルミニウム合金を溶製し、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で鋳造して、アルミニウム合金の温度が摂氏450度乃至摂氏550度に達した後、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で冷却しながら摂氏200度以下になるまで80%以上の減面率で減面加工し、摂氏300度乃至摂氏400度の温度範囲で8時間乃至48時間の熱処理を施してから、減面率80%以上の冷間加工を行って製造した合金線を撚り合わせて成る電気ケーブル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、架空送電線の素線として適する耐熱アルミニウム合金の製造方法及び、その合金を使用した電気ケーブルに関する。

【0002】

【従来の技術】電力需要の増大により、既存の強度の鉄塔を用いて、より軽量でかつ送電容量の高い電気ケーブルを布設することが要求されている。この要求に応えるべく、様々な添加物を含有させたアルミニウム合金が開発され（特許第2582073号等）、高い耐熱性と機械的強度を持った銅心アルミニウム撚り線が提供されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような従来の技術には、次のような解決すべき課題があった。従来の電気ケーブルに使用されているアルミニウム合金は、一般の電気用アルミニウム合金と同等の引っ張り強度を持つ。しかしながら、例えば、山岳地帯や河川を横断するように送電線を布設する場合には、通常よりも長いスパン（鉄塔間距離）で送電線を支持する必要がある。この場合に、機械的強度が不十分で、許容されるスパンが制限されてしまうという問題があった。一

方、機械的強度を強化するためにZr等を添加して熱間加工を施すことが行われているが、機械的強度と伸び及び耐熱性のバランスを調整することが難しく、より諸特性の優れたアルミニウム合金の製造方法の開発が望まれている。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の点を解決するため次の構成を採用する。

〈構成1〉Zrの添加量が0.28%乃至0.5%、Feの添加量が0.1%~0.3%、Siの添加量が0.1%~0.3%、Cuの添加量が0.09%~0.2%、Tiの添加量が0.005%~0.03%、Bの添加量が0.002~0.005%で残部がAlと不純物からなるアルミニウム合金を溶製し、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で鋳造して、アルミニウム合金の温度が摂氏450度乃至摂氏550度に達した後、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で冷却しながら摂氏200度以下になるまで80%以上の減面率で減面加工し、摂氏300度乃至摂氏400度の温度範囲で8時間乃至48時間の熱処理を施してから、減面率80%以上の冷間加工を行うことを特徴とする耐熱アルミニウム合金の製造方法。

〈構成2〉Zrの添加量が0.28%乃至0.5%、Feの添加量が0.1%~0.3%、Siの添加量が0.1%~0.3%、Cuの添加量が0.09%~0.2%、Tiの添加量が0.005%~0.03%、Bの添加量が0.002~0.005%で残部がAlと不純物からなるアルミニウム合金を溶製し、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で鋳造して、アルミニウム合金の温度が摂氏450度乃至摂氏550度に達した後、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で冷却しながら摂氏200度以下になるまで80%以上の減面率で減面加工し、摂氏300度乃至摂氏400度の温度範囲で8時間乃至48時間の熱処理を施してから、減面率80%以上の冷間加工を行って製造した合金線を撚り合わせて成る電気ケーブル。

【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を具体例を用いて説明する。図1は、本発明の耐熱アルミニウム合金の製造方法の概略を示す工程図である。図のように、本発明の方法は、アルミニウム合金の溶製工程1と、鋳造工程2と、減面加工工程3と、熱処理工程4と、冷間加工工程5とを含む。以下に、各工程の詳細を述べる。

【0006】本発明では、始めに、Zrの添加量が0.28%乃至0.5%、Feの添加量が0.1%~0.3%、Siの添加量が0.1%~0.3%、Cuの添加量が0.09%~0.2%、Tiの添加量が0.005%~0.03%、Bの添加量が0.002~0.005%で残部がAlと不純物からなるアルミニウム合金を溶製する。なお、上記「%」は、全アルミニウム合金の重量に占める各添加物の重量比を示す。

【0007】ZrはAl合金の強度および耐熱性を向上させる添加元素である。Zrの添加量が0.28%未満ではZrの析出量が少なく、合金の強度および耐熱性の向上に寄与しない。添加量が0.5%を超えると合金が溶解するための温度が高くなりすぎ、合金を工業的に製造することが難しくなる。さらに、添加量が0.5%を超えるとZrの析出が粗大となり、合金が脆くなって導電率も低下する。以上のことから、Zrの添加量を0.28%~0.5%に選定した。

【0008】FeはAl合金の強度、伸び、耐熱性を向上させる添加元素である。また、Siを添加したことによる鋳造割れを防止する添加元素である。Feの添加量が0.1%未満では添加した効果が表れず、添加量が0.3%を超えると合金の加工による脆性が生じてくる。そこで、Feの添加量を0.1~0.3%に選定した。

【0009】SiはAl合金の強度を向上させるとともに、拡散速度の遅いZrの析出を促進させる添加元素である。Siの添加量が0.1%未満ではその効果が小さい。一方、添加量が0.3%を超えると合金の耐熱性及び導電率が低下する。そこで、Siの添加量を0.1~0.3%に選定した。

【0010】Cuは大きな加工硬化能を持ち、Al合金の強度を向上させる添加元素である。Cuの添加量が0.09%未満ではその効果が小さく、添加量が0.2%を超えると合金の導電率や耐食性が低下する。そこで、Cuの添加量を0.09~0.2%とした。

【0011】Tiは鋳造組織を微細化し加工性を向上させると共に、熱間加工中の合金の傷の発生を防止する添加元素である。Tiの添加量が0.005%未満では組織の微細効果が得られない。一方、添加量が0.03%を超えると導電率を低下させる。そこで、Tiの添加量を0.005~0.03%とした。

【0012】Bは鋳造組織を微細化し加工性を向上させ、Tiと化合して合金の導電率の低下を防ぐとともに、熱間加工中の合金のキズを防止する添加元素である。Bの添加量が0.002%未満では合金の組織の微細効果が得られない。一方、添加量が0.005%を超えると耐熱性が低下する。特に、Tiと組み合わせることによって、鋳塊割れを防止する効果が著しい。TiとBの重量比が5対1の近傍でその効果が顕著になる。そこで、Bの添加量を0.002~0.005%とした。

【0013】なお、上記の合金には、強度を向上させるためにNiを微量添加したり、導電率を向上させるためにBeを微量添加することができる。

【0014】次に、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で鋳造する。Zrを添加したアルミニウム合金を毎秒摂氏5度未満の冷却速度で鋳造すると、固溶限を越えたZrが十分固溶せずに析出してしまうため、合金の強度や耐熱性が低下する。そこで、毎秒摂氏5度以上の冷却速度を選

定した。

【0015】アルミニウム合金の温度が摂氏450度乃至摂氏550度に達した後は、毎秒摂氏5度以上の冷却速度で冷却しながら摂氏200度以下になるまで80%以上の減面率で減面加工する。減面加工の開始温度が摂氏550度以上であると減面加工中に割れ等が発生し加工が難しくなる。また、減面加工の開始温度が摂氏450度未満になってしまっても、減面加工中に割れ等が発生し加工が難しくなる。そこで、減面加工の開始温度を摂氏450度乃至摂氏450度以上に選定した。

【0016】加工終了温度が摂氏200度より高いとZrの固溶量が少なく強度や耐熱性が低下する。そこで、加工終了温度が摂氏200度以下になるように選定した。減面加工の減面率を80%以上としたのは、合金の十分な強度を得るためである。これにより、高い導電率を持ち、かつ、十分な機械的強度のアルミニウム合金線を用いた送電用ケーブルの製造が可能になる。

【0017】次に、摂氏300度乃至摂氏400度の温度範囲で8時間乃至48時間の熱処理を施す。この熱処理によって、Zrを微細に析出させて強度および耐熱性を向上させる。この熱処理温度が摂氏300度未満であったり、熱処理時間が8時間未満では、Zrの析出量が少なく十分な強度と耐熱性を確保できない。一方、熱処理温度が摂氏400度を越えたり、熱処理時間が48時間を超えると、Zrが粗大に析出し、強度と耐熱性が低下する。そこで、温度範囲を摂氏300度乃至摂氏400度とし、熱処理時間を8時間乃至48時間に選定した。

【0018】なお、所定のサイズに減面加工した後、摂氏250乃至摂氏400度で3時間乃至48時間の熱処理を施すことにより、合金の導電率と伸びを向上させることができる。上記の熱処理後に減面率80%以上の冷間加工を行って、アルミニウム合金線を得る。このアルミニウム合金線を然りあわせれば、機械的強度、導電率、伸び、耐熱性が十分に高く、特性上のバランスが良い導体を使用した架空送電用のケーブルを製造することができる。

【0019】

【実施例】図2は、本発明の方法による耐熱アルミニウム合金の組成とその特性及び比較例の組成とその特性を示す図表である。この図表中、「試料」とあるのは、それぞれ別々の組成の試料に付した一連番号である。各試料は、それぞれ、右に示す組成でAl合金を溶解し、冷却速度毎秒摂氏5度で鋳造し、鋳塊の温度が摂氏500度になったときから冷却速度毎秒摂氏15度で圧延加工を開始し、加工度97%、仕上がり温度摂氏90度でφ9.5mm径の荒引線にしたものである。

【0020】得られた荒引線は、摂氏380度で16Hr(時間)熱処理し、86%の減面率で冷間加工し、アルミ合金線材とした。これらの特性をその右側に示し

た。なお、この図表中、短時間耐熱性は、摂氏230度で1Hr熱処理後、熱処理前の引張強さと熱処理後の引張強さの比(残存率%)を求めた結果を表したものである。MPaは単位断面あたりにかかる力で、単位はN/m²である。%IACSは国際標準軟銅を基準にした導電率で、単位はパーセントである。右端は各試料の総合評価で、二重丸印は最も良く、丸印はほぼ使用に耐えることを示す。その他はバランスが悪く、電気ケーブル用として満足できないことを示す。

【0021】この図表に示すように、実施例はすべて引張強さが242MPa以上、導電率が55%以上、短時間耐熱性が90%以上というように、各特性のバランスがよく、送電線のような電気ケーブルに好適する特性を示している。一方、比較例1はZrとFeの添加量が少なく、引張強さと短時間耐熱性が不足している。また、比較例2はZrとFeとCuの添加量が多く、導電率が不足している。比較例3はZrの添加量が多く、Feの添加量が少なく、導電率と短時間耐熱性が不足している。比較例4はFeとSiの添加量が多く、導電率と短時間耐熱性が不足している。比較例5はTiの添加量が多く、導電率が不足している。比較例6はBの添加量が多く、導電率と短時間耐熱性が不足している。比較例7はTiのみを添加しBを添加していないので、導電率が不足している。この結果から、TiとBとを適量配合することにより、特性上バランスの良い合金が得られるこ

とが証明される。

【0022】図3は、様々な熱処理条件で上記の試料を製造した場合の評価を示す図表である。この試料は、図2の実施例4の組成の合金を使用した。本発明による熱処理条件で処理した実施例11~18はいずれも、引張強さが254MPa以上、導電率が55%以上、短時間耐熱性が95.1%以上と高レベルでバランスしている。一方、比較例11は熱処理温度が低いので、引張強さと導電率が不足している。また、比較例12と13は、熱処理温度が高いので、引張強さと短時間耐熱性が不足している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の耐熱アルミニウム合金の製造方法の概略を示す工程図である。

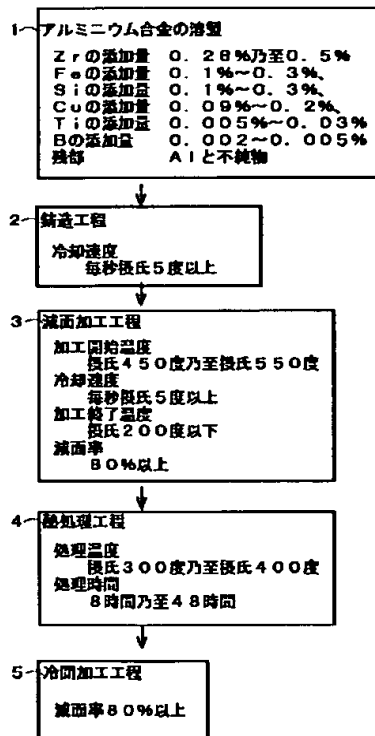
【図2】本発明の方法による耐熱アルミニウム合金の組成とその特性及び比較例の組成とその特性を示す図表である。

【図3】様々な熱処理条件で上記の試料を製造した場合の評価を示す図表である。

【符号の説明】

- 1 アルミニウム合金の溶製工程
- 2 鋳造工程
- 3 減面加工工程
- 4 熱処理工程
- 5 冷間加工工程

【図1】



【図2】

| 試料 | 組成(%) | | | | | | 特性 | | | 評価 |
|------|-------|------|------|------|-------|-------|-----------|------------|-----------|----|
| | Zr | Fe | Si | Cu | Ti | B | 引張強さ(MPa) | 導電率(%IACS) | 短時間耐熱性(%) | |
| 実施例1 | 0.28 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.005 | 0.002 | 242 | 58.1 | 90.0 | ○ |
| 実施例2 | 0.40 | 0.18 | 0.18 | 0.09 | 0.018 | 0.002 | 245 | 56.4 | 97.0 | ○ |
| 実施例3 | 0.43 | 0.25 | 0.18 | 0.13 | 0.025 | 0.005 | 255 | 56.0 | 96.0 | ○ |
| 実施例4 | 0.43 | 0.25 | 0.18 | 0.13 | 0.018 | 0.005 | 265 | 56.3 | 95.2 | ○ |
| 実施例5 | 0.50 | 0.30 | 0.30 | 0.20 | 0.030 | 0.005 | 262 | 55.0 | 93.0 | ○ |
| 比較例1 | 0.25 | 0.03 | 0.18 | 0.13 | 0.018 | 0.005 | 215 | 58.0 | 85.4 | × |
| 比較例2 | 0.80 | 0.40 | 0.30 | 0.43 | 0.007 | 0.003 | 260 | 50.1 | 95.5 | × |
| 比較例3 | 0.80 | 0.18 | 0.04 | 0.20 | 0.030 | 0.005 | 250 | 53.3 | 89.9 | × |
| 比較例4 | 0.40 | 0.25 | 0.42 | 0.15 | 0.020 | 0.002 | 251 | 54.1 | 90.1 | × |
| 比較例5 | 0.45 | 0.21 | 0.12 | 0.17 | 0.050 | 0.004 | 257 | 54.0 | 95.0 | × |
| 比較例6 | 0.40 | 0.24 | 0.18 | 0.11 | 0.005 | 0.011 | 253 | 56.1 | 90.3 | △ |
| 比較例7 | 0.43 | 0.24 | 0.18 | 0.13 | 0.024 | — | 253 | 54.7 | 95.0 | × |

○ 非常によい ○ 良い △ やや悪い × 悪い

【図3】

| 試料 | 熱処理条件 | 引張強さ(MPa) | 導電率(%IACS) | 短時間耐熱性(%) | 評価 |
|-------|-------------|-----------|------------|-----------|----|
| 実施例11 | 摂氏300度×8hr | 245 | 55.0 | 92.8 | ○ |
| 実施例12 | 摂氏300度×48hr | 254 | 55.7 | 95.1 | ○ |
| 実施例13 | 摂氏350度×24hr | 255 | 55.1 | 95.2 | ○ |
| 実施例14 | 摂氏350度×48hr | 260 | 56.1 | 95.6 | ○ |
| 実施例15 | 摂氏380度×8hr | 258 | 55.0 | 95.4 | ○ |
| 実施例16 | 摂氏380度×16hr | 255 | 56.3 | 95.2 | ○ |
| 実施例17 | 摂氏400度×8hr | 260 | 56.0 | 96.0 | ○ |
| 実施例18 | 摂氏400度×48hr | 255 | 56.5 | 95.6 | ○ |
| 比較例11 | 摂氏270度×8hr | 240 | 53.3 | 97.3 | × |
| 比較例12 | 摂氏450度×8hr | 248 | 58.1 | 90.1 | △ |
| 比較例13 | 摂氏450度×16hr | 240 | 60.2 | 87.1 | × |

○ 非常によい ○ 良い △ やや悪い × 悪い

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テームト'(参考) |
|--------------------------|-------|--------------|-----------|
| C 2 2 F 1/00 | 6 5 0 | C 2 2 F 1/00 | 6 5 0 A |
| | 6 6 0 | | 6 6 0 Z |
| | 6 6 1 | | 6 6 1 A |
| | 6 9 1 | | 6 9 1 A |
| | | | 6 9 1 B |
| | | | 6 9 1 C |
| | 6 9 2 | | 6 9 2 A |
| | | | 6 9 2 B |
| | 6 9 4 | | 6 9 4 A |
| | | | 6 9 4 B |